

フローベース・通信サービスの可視化技術

Visualization Technology for Flow-based Networks and Communication Services

● 窪田好宏 ● 大橋正彦 ● 川口金司

あらまし

2011年の東日本大震災では、通常時を大幅に超える通信要求が生じた。このような災害時やそのほかの突発的なトラフィックの変動に対し、通信システムの基盤にサーバ仮想化技術を適用して必要に応じて通信処理リソースを増減するとともに、フローベースネットワークを導入して通信処理リソース増減に追従して動的に経路変更を行うことで、効果的に対応することが可能になる。

一方で、このような動的に再構成される仮想リソースの稼働状況を的確に可視化し、サービスの運用を可能とするためには、リソース表現の論理化(物理的表現からの分離)、特定サービスの品質情報のみのフィルタリングによるリソース状況把握、膨大な量のフローを運用者が理解可能な形で可視化する方式など、様々な観点からの仮想リソース可視化の技術が必要となる。

本稿では、このような動的な通信処理リソース制御で構築されたシステムの運用と、フローベース制御ネットワークの構成管理における課題を整理し、課題解決に向けた富士通の可視化技術の取組みについて紹介する。

Abstract

Just after the Great East Japan Earthquake in 2011 a huge volume of communication demands was observed and it was troubled to provide communication services in a usual service quality. If the server virtualization technology is applied for the communication infrastructure and communication resources can be increased and/or decreased on demands, it will be very effective for absorbing such congestion. At the earthquake, the transport network connecting the communication resources was also widely damaged and sufficient communication paths could not be provided. If a more flexible routing, such as the flow-based routing, is introduced, it is to be possible the communication paths can be more effectively used even in such a heavily damaged situation. The flow-based routing is also effective for dynamic route change according to the communication resource increase/decrease. This paper discusses about issues on the operation of such a dynamic communication resource control and a flow-based network and Fujitsu introduces a solution for them.

まえがき

2011年の東日本大震災では東北地域で通常時の約60倍、東京23区内でも約50倍の通信要求が発生し、通信サービスを安定的に提供するために大きな困難を伴った。⁽¹⁾ このようなケースへの対応として、通信システムの基盤にサーバ仮想化技術を適用し、動的に通信処理リソースを増減できれば、通信混雑の緩和に有効である。

また東日本大震災では、各拠点の通信装置をつなぐ伝送網も大きな被害を受け、十分な通信路の確保ができない拠点も発生した。このようなケースへの対応としてはフローベースネットワーク⁽²⁾を導入し、柔軟に経路制御を行うことで残された通信路を有効活用することが期待できる。また、フローベースネットワークは、通信処理リソース増減に追従して動的に経路変更を行うことにも利用できる。

本稿では、以上の動的な通信処理リソース制御で構築されたシステムと、フローベース制御ネットワークの運用管理における課題を整理し、課題解決に向けた富士通の可視化技術の取組みについて紹介する。

運用管理上の課題

本章では、通信システムの基盤にサーバ仮想化技術を適用する上での運用管理上の課題を整理する。

● 通信サービス可視化の課題

動的な通信処理リソース制御では、次の例のような仕組みによって災害時の通信混雑の緩和を実現する。

- (1) サーバ仮想化技術により、通信サービス（音声、メール、リッチメディアコンテンツなど）を構成する複数の通信アプリケーションを仮想リソース上に割り当てる。
- (2) 通常時はトラフィックが多いリッチメディア系のサービスに多くの仮想リソースを割り当てる。
- (3) 災害時にはリッチメディア系のサービスの割当てを減らし、サービス優先度が高い音声・メールに対して、より多くの仮想リソースを割り当てることで、音声・メールの通信混雑を緩和する。このような動的な通信処理リソース制御で構築

されたシステムの運用に当たっては、上記のように仮想リソースと入れ物であるハードウェア、そしてその上に構成される通信サービスの構成関係をリアルタイムに把握することが課題となる。また、その構成を管理するための新たな仮想リソースの管理情報モデルも必要となる。

● 仮想リソース状況把握における課題

従来の通信アプリケーションは、専用のハードウェアやOSを用意し、それらが固定であることを前提にその性能を最大限に引き出すことを目的に開発され、ハードウェアのリソースの制御はまさにアプリケーションの中で行われていた。

これに対して、動的な通信処理リソース制御で構築されたシステムでは、その基盤としてのハードウェア、OSは汎用的なものとなるため、こうしたアプリケーションの機能は十分に働かず、アプリケーションからハードウェアの残りリソースを正確に把握することができない恐れがある。また、動的にそのアプリケーション配備位置が変化するため、ほかのアプリケーションとの干渉によって、自身のリソースに余裕があっても、性能が劣化することも予想される。したがって、アプリケーションに頼らず、リソース状況を把握することが課題となる。

● フローベース制御ネットワーク可視化の課題

フローベース制御ネットワークは、通常は専用の制御装置により個々のフローの最適経路を計算し、自動的にその経路を決めている。しかし、フローベース制御ネットワークの特徴を生かして災害時などの大規模障害時対策を行うためには、何を優先し、どういう経路を選択することが、残された、あるいは、暫定的に復旧されたネットワークを最大限有効に利用するためには大切となる。

これは一律計算できるものではなく、その被災状況に応じて、運用管理者の判断に委ねざるを得ない。ここにジレンマがある。

この問題を解決する素朴なアイデアとしては、数あるフローを意味のある単位にグルーピングすることが考えられるが、以下のような課題がある。

- (1) どういう単位で、どうグルーピングすれば災害時のフロー制御に有効なのか。
- (2) この仮想的なグルーピングを実際のパケットの流れと結びつけて、通信路の障害や品質劣化に

よるパケットの流れの変化を表すことができるのか。

(3) 仮想的なものをどのように可視化し、現実存在するものとして運用管理者が扱うことができるものとするか。

これらの課題を解決するために富士通が取り組んでいる技術を次章以降で紹介する。

通信サービス可視化技術

動的に構成変更可能な仮想化通信システムの実現に際し、その構成管理上の観点からは、仮想化通信システムの構成管理を物理リソース管理から完全分離し、論理リソースをどの物理リソース上にも配置可能とすることが必要となる。このためには、リソースを識別するための基本番号計画を、論理リソースの基本番号と物理リソースの基本番号の2本立てとし、両者の相互変換が可能な形で管理することが必要である。

物理リソース管理のための基本番号は既存のリソース管理同様、その物理リソースが設置される地域・局舎（ビル）・フロア・搭載架・シェルフなどの物理情報により認識可能とする。一方で、論理リソースを識別する基本番号からは、物理情報を排除し、サービス提供地域・ノード種別（リソースが提供する網機能区分）・ユニット番号（ノード

に割り振った連続番号、ノードの冗長構成を識別)などの純論理的情報からなる番号計画を作成し、データベースによって相互変換を可能とする。

ここで留意すべきは、論理リソース識別の「サービス提供地域」で、これは物理リソースの「地域や局舎」とは関連性を持たない。物理/論理それぞれの地域の範囲や名称の定義は相互独立であり、例えば、物理地域の東京に、札幌にサービスを提供する論理リソースが存在することを許容する。ただし、空きリソースの把握や保守のためには、物理リソースの認知は依然重要であり、構成の可視化に際しては、物理リソース識別と論理リソース識別を関連させて表示する必要がある。

現在の通信サービス状況を把握するために、以下の物理リソースと論理リソースに対し情報収集が行われ、上記基本番号に基づいて可視化情報（ラベル）付けがされて管理される。

- (1) 物理サーバ・仮想リソース（VM：仮想マシン）の構成や状態を定期的に監視し、構成の変化検出を行う。
- (2) 物理サーバのハードウェア故障を検出する。
- (3) 仮想リソースの死活監視を行う。
- (4) 物理サーバ・仮想リソースの性能情報を定期的に収集する。

情報収集したリソース状況の可視化を図-1に

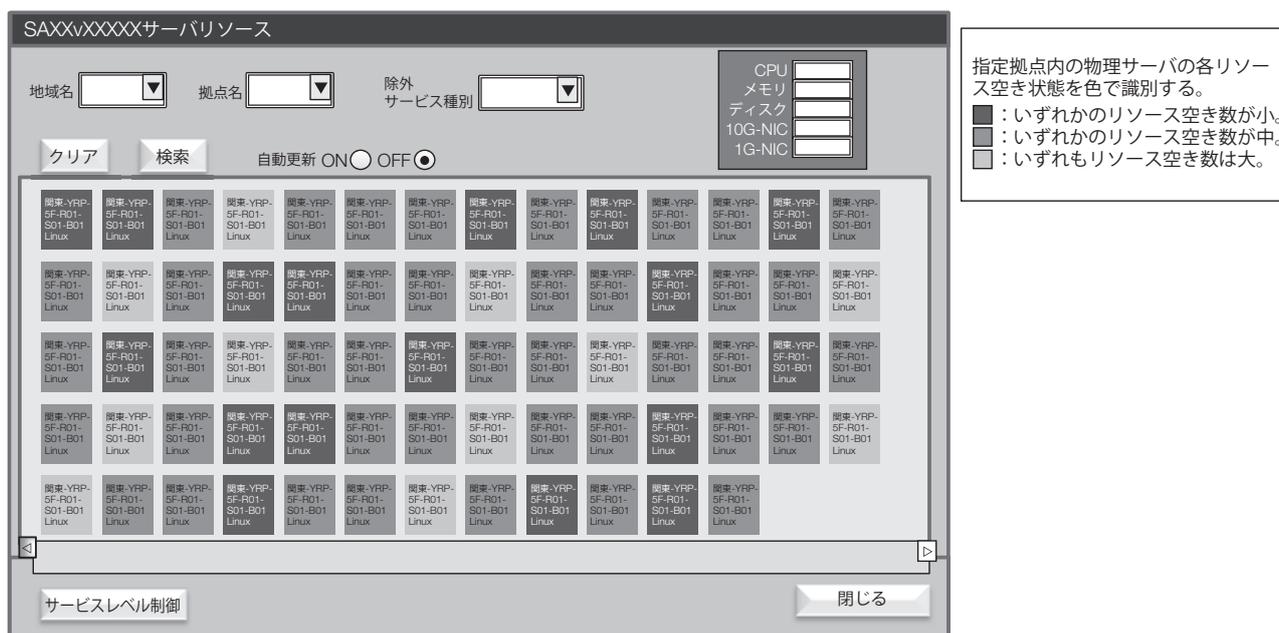


図-1 サーバリソース状況の可視化

示す。

外部監視による仮想リソース状況把握技術

アプリケーションに頼らず、リソース状況を把握するために、外部監視技術を導入する。一般的に何らかのリソース（それがどんなリソースであっても）に不足が生じれば、そのリソース上で動いているシステムが提供しているサービスに影響が出ることはよく知られており、サービスの状況を外から監視することでシステムの異常を検出できる。これを通信サービスに応用すれば、仮想リソース上の通信アプリケーションの性能劣化を検出することで、通信サービスのリソース状況を可視化できるはずである。

運用者にサービスの稼働状況を認知させるためには、個々のノードの稼働状況に加え、適切な網内のポイントでDPI（Deep Packet Inspection）をベースとした外部監視⁽³⁾を行うなどにより、特定サービスの品質情報のみをフィルタリングして収集し、関連リソースの稼働状況と併せて表示することで、直接的で簡便なサービスの稼働状況把握を可能とする。

50万加入者をカバーする移動通信網を擬似したテストベッドを構築して、キャプチャしたパケットから判定した音声呼疎通率、RTP（Real-time

Transport Protocol）品質、メール・リッチメディアのTCP（Transmission Control Protocol）フローをベースにパケットロス率、遅延により、サービスの稼働状況把握が可能であることの実証を行う予定である。

パケットキャプチャから判定した音声呼疎通率の表示イメージを図-2に示す。

フローベース制御ネットワークの可視化技術

フローベース制御ネットワークの特徴は、パケットごとにその経路（フロー）をSourceのEnd pointとDestinationのEnd pointをつなげ、制御できることである。しかし、制御すべきフローの数は、ネットワークの構成にもよるが、例えば50万加入者をカバーする移動通信網では100万オーダーにもなる。人手によって一つひとつのフローを管理することは非現実的である。通常は専用の制御装置により自動的にその経路を決めている。しかし、災害時などの大規模障害時対策では、被災状況に応じて、運用管理者が判断し、経路制御を行う必要がある。この問題を解決する素朴なアイデアとしては、数あるフローを意味のある単位にグルーピングすることが考えられる。

モバイルアクセス網におけるサービス状況の可視化や経路変更を行う際のフローをグルーピング

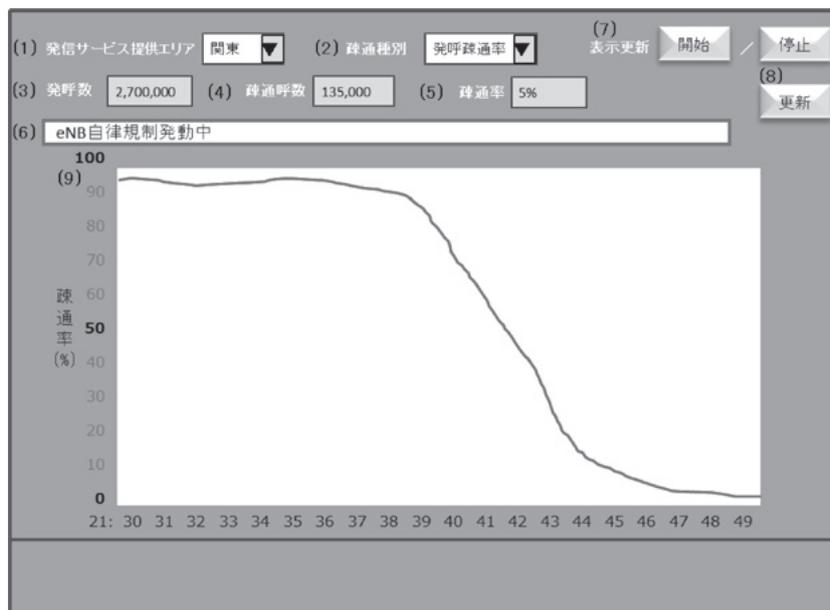
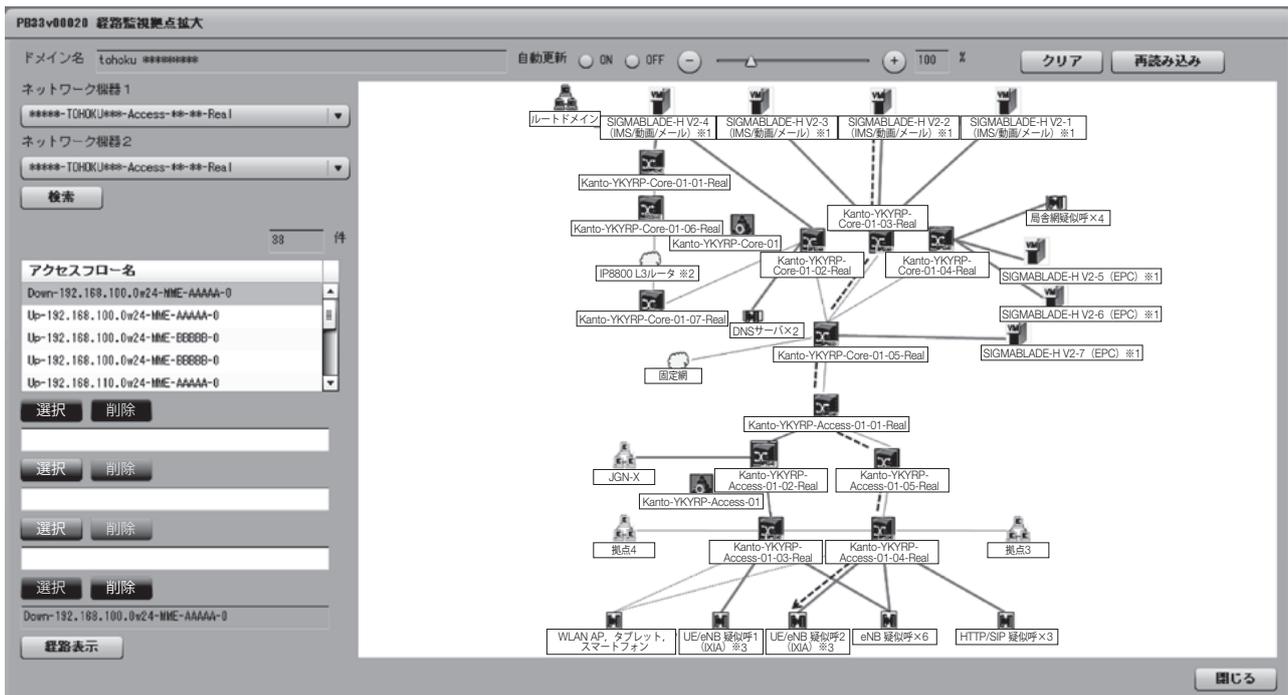


図-2 音声呼疎通率の表示イメージ



※1 NEC社のブレードサーバ
 ※2 NEC社のOpenFlowスイッチ
 ※3 IXIA社の疑似呼サーバ
 本データは総務省委託研究のテストベッドに対するトポロジマップです。

図-3 アクセスフローによる拠点内経路の可視化

する単位として「アクセスフロー」を導入し、コントローラとのインタフェースとしてアクセスフロー IDを下記4要素で構成した。これにより、アクセスフローがどの拠点からのものかを識別することができ、サービスごとの優先制御に用いることができる。

(1) 方向区分

アクセスフローの向きが上りであるか下りであるかを示す。

(2) eNBグループ

eNB (eNode B) をそのIPアドレスのサブネットで識別する。

(3) ノード・局

コア側ENDのIPアドレス（上りはIP dst addr, 下りはIP src addr）と対応付いた「ノード+局」で表現する。

(4) TOS (Type of service)

優先制御するフローの特定に使用される。

アクセスフローによる拠点内経路状態の可視化について図-3に示す。

む す び

キャリアネットワークは、スマートフォンの普及、ビッグデータ革命 (Internet Of Thingsなど)、次世代ネットワーク (SDN, OpenFlowなど) といったネットワークの使われ方の変化や新技術導入に伴い、新たなオペレーションの仕組み、システムが求められている。本稿で述べた可視化技術は、可用性向上 (激甚対策・運用継続性)、次世代ネットワーク対応 (SDN, OpenFlowへの対応) への取り組みであり、新たなOSSソリューション基盤に組み込まれ、ネットワーク利用者や社会システムの運用に貢献できるものとした。

なお、本技術は総務省の「情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発」(平成23年度一般会計補正予算 (第3号)) による委託を受けて実施した研究開発による成果である。

現在、東北大学キャンパス内に実際の移动通信システムを擬似したテストベッドを構築中であり、このテストベッドを用いて、実際の運用上の課題検証を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 総務省：平成23年版 情報通信白書 第1部 東日本大震災における情報通信の状況。
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h23.html>
- (2) The OpenFlow Switch Consortium.
<http://www.openflowswitch.org/>
- (3) 松田英幸ほか：次世代ネットワークの「見える化」を実現するProactnes II. *FUJITSU*, Vol.60, No.4, p.387-392 (2009).

著者紹介



窪田好宏 (くぼた よしひろ)

ネットワークソリューション事業本部
所属
現在、通信サービスの開発に従事。



川口金司 (かわぐち きんじ)

ネットワークソリューション事業本部
ソリューション事業部 所属
現在、ネットワークサービスミドルウェアの研究開発に従事。



大橋正彦 (おおはし まさひこ)

ネットワークソリューション事業本部
ソリューション事業部 所属
現在、ネットワークサービスミドルウェアの研究開発に従事。